Pêches et Océans Canada | Fisheries and Oceans Canada
Sciences des écosystèmes et des océans | Ecosystems and Oceans Science

Secrétariat canadien de consultation scientifique
Région du Pacifique | Réponse des Sciences 2015/031

EXAMEN DES TRANSFERTS INTRA-BASSINS PROPOSÉS DANS LE CADRE DE L'ÉNONCÉ DES INCIDENCES ENVIRONNEMENTALES POUR LE PROJET MINIER BLACKWATER

Contexte

New Gold Inc. (le promoteur) propose d'exploiter une nouvelle mine d'or et d'argent à ciel ouvert (mine Blackwater) en Colombie-Britannique, à 110 km au sud-ouest de Vanderhoof. Dans sa proposition, le promoteur envisage de puiser l'eau et les organismes aquatiques connexes qui se trouvent dans la zone du projet, pour ensuite les transférer vers deux autres systèmes à l'intérieur du même bassin versant. Les transferts proposés auraient lieu dans le bassin de la rivière Nechako et nécessiteraient la dérivation des eaux d'amont du ruisseau Davidson vers le bassin versant du ruisseau Fawnie, ainsi que le pompage de l'eau du lac Tatelkuz dans le ruisseau Davidson (tous deux sont situés dans le bassin versant du ruisseau Chedakuz). Les responsables de la réglementation disposent à l'heure actuelle de peu de données scientifiques pour informer les promoteurs sur les risques ou impacts que pourraient avoir les transferts ou les manipulations à l'intérieur d'un bassin versant, et il n'existe pas non plus de documentation pour guider les promoteurs dans la préparation de leurs propositions.

Le projet de la mine Blackwater fait actuellement l'objet d'une évaluation environnementale (ÉE) fédérale conformément à la *Loi canadienne sur l'évaluation environnementale* (LCEE 2012). Le Programme de protection des pêches de Pêches et Océans Canada (MPO) a demandé au Secteur des sciences du MPO d'évaluer l'énoncé des incidences environnementales (EIE) présenté par le promoteur, afin de déterminer s'il offre une évaluation suffisante des effets que pourraient avoir les transferts intra-bassins proposés et de lui fournir un avis sur les exigences en matière de données, ainsi que sur les risques et impacts potentiels pour le poisson et son habitat qui sont associés aux transferts proposés.

L'objectif de la présente réponse des Sciences (RS) est d'examiner l'information fournie par le promoteur dans son énoncé des incidences environnementales en regard des objectifs particuliers énoncés ci-après :

1. Évaluer si la proposition définit avec exactitude les modifications qui seront imposées au poisson et à son habitat, ainsi que les risques potentiels, les impacts et les incertitudes liés aux éléments suivants :
    a. augmentation du débit entre le lac Tatelkuz et le ruisseau Davidson;
    b. dérivation du lac 1682 (bassin versant du ruisseau Chedakuz) dans le lac 1538 (UEUT) (bassin versant du ruisseau Fawnie).
2. Dans la négative, évaluer les risques pour le poisson et l'habitat du poisson et commenter les incertitudes liées aux incidences potentielles associées aux transferts intra-bassins proposés, y compris, mais sans s'y limiter, les éléments suivants :
    a. modification de la température et de la chimie de l'eau ainsi que du régime d'écoulement dans le ruisseau Davidson;

b. perte de recrutement dans le gravier, d'habitat dans le cours d'eau et d'éléments riverains importants dans le ruisseau Davidson;
c. perturbation des instincts de retour (homing) et changements dans l'habitat pouvant entraîner une perte de productivité des pêches dans le ruisseau Davidson;
d. risque de transfert de la truite arc-en-ciel, du bassin versant du ruisseau Chedakuz dans le bassin du ruisseau Fawnie;
e. effets sur la diversité génétique;
f. introduction d'espèces aquatiques envahissantes ou d'agents pathogènes.

3. Donner un avis sur les autres données ou renseignements qui seraient nécessaires pour évaluer correctement les risques associés aux transferts intra-bassins proposés dans le cadre de ce projet et aussi, si possible, de projets futurs.

L'avis découlant de la présente réponse des Sciences du Secrétariat canadien de consultation scientifique (SCCS) guidera la participation du Programme de protection des pêches du MPO à l'évaluation environnementale, ainsi que la formulation de conseils à l'Agence canadienne d'évaluation environnementale et aussi, s'il y a lieu, de conseils concernant l'application des exigences réglementaires prévues à l'alinéa 35(2)*b*) de la *Loi sur les pêches*. L'évaluation et l'avis fournis par le Secteur des sciences du MPO, concernant son examen de l'énoncé des incidences environnementales du promoteur, pourraient également guider d'autres projets similaires à l'avenir.

La présente réponse des Sciences découle du processus de réponse des Sciences du 27 mars 2015 sur la Révision sur les transferts intra-bassins proposés dans le cadre de l'énoncé des incidences environnementales pour le projet minier Blackwater.

Renseignements de base

Description du projet

Le projet de la mine Blackwater propose deux transferts intra-bassins visant principalement à atténuer ou à compenser les dommages sérieux qui pourraient être causés au poisson et à l'habitat du poisson par les infrastructures et l'exploitation de la mine en association avec la nouvelle mine d'or et d'argent à ciel ouvert qui sera situé au sud du réservoir Nechako et à l'est de la rivière Entiako (Figure 1). L'un de ces transferts prévoit la dérivation permanente d'un lac tributaire (bassin versant du ruisseau Davidson, un sous-bassin du bassin versant du ruisseau Chedakuz) dans un bassin versant adjacent (bassin versant du ruisseau 705, un sous-bassin du bassin versant du ruisseau Fawnie) qui se déverse dans la rivière Entiako avant de pénétrer dans le réservoir Nechako. L'autre transfert consiste à pomper l'eau du lac Tatelkuz dans le ruisseau Davidson pour en augmenter le débit pour le poisson, et ce, durant une période minimale de 35 ans (figure 2). Le lac Tatelkuz est situé entre le bassin versant du ruisseau Davidson et celui du ruisseau 661 et il alimente le bassin du ruisseau Chedakuz qui se déverse dans le réservoir Nechako.

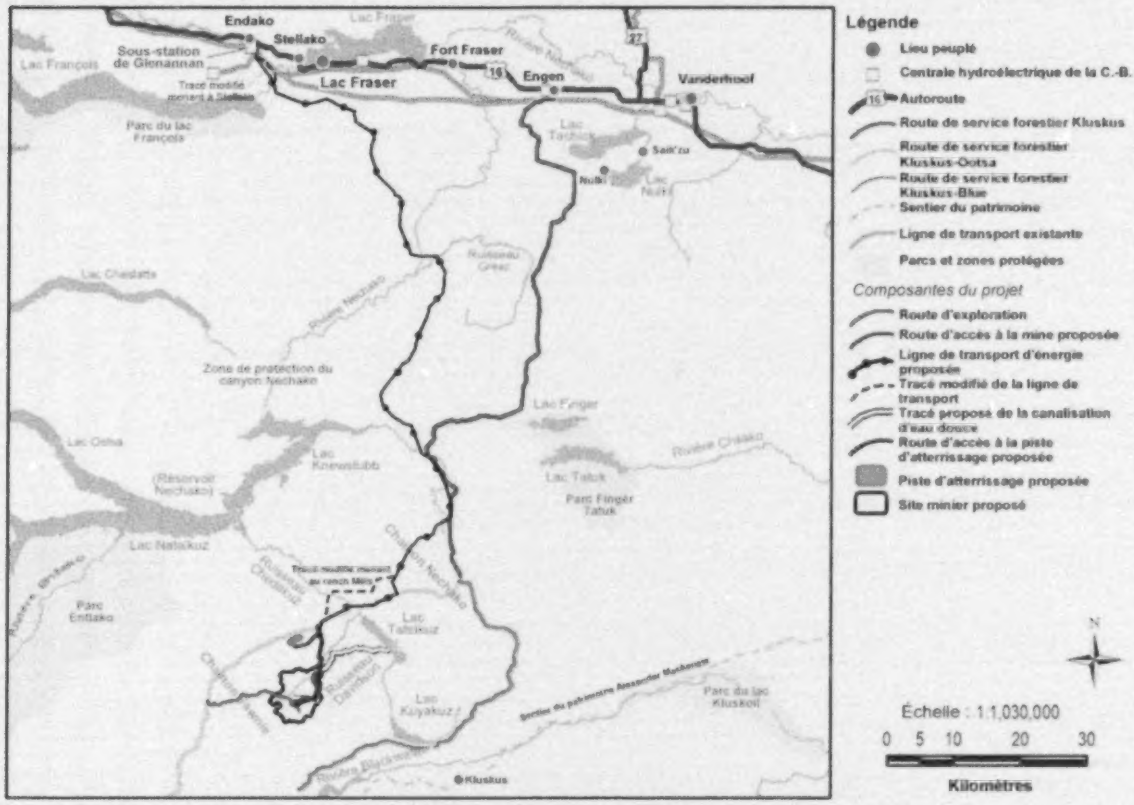

Figure 1. Site minier proposé et réseaux hydrographiques connexes. (D'après New Gold, 2014. Demande de certificat d'évaluation environnementale/ Énoncé des incidences environnementales – Sommaire. Figure ES 1 : Emplacement du projet.)

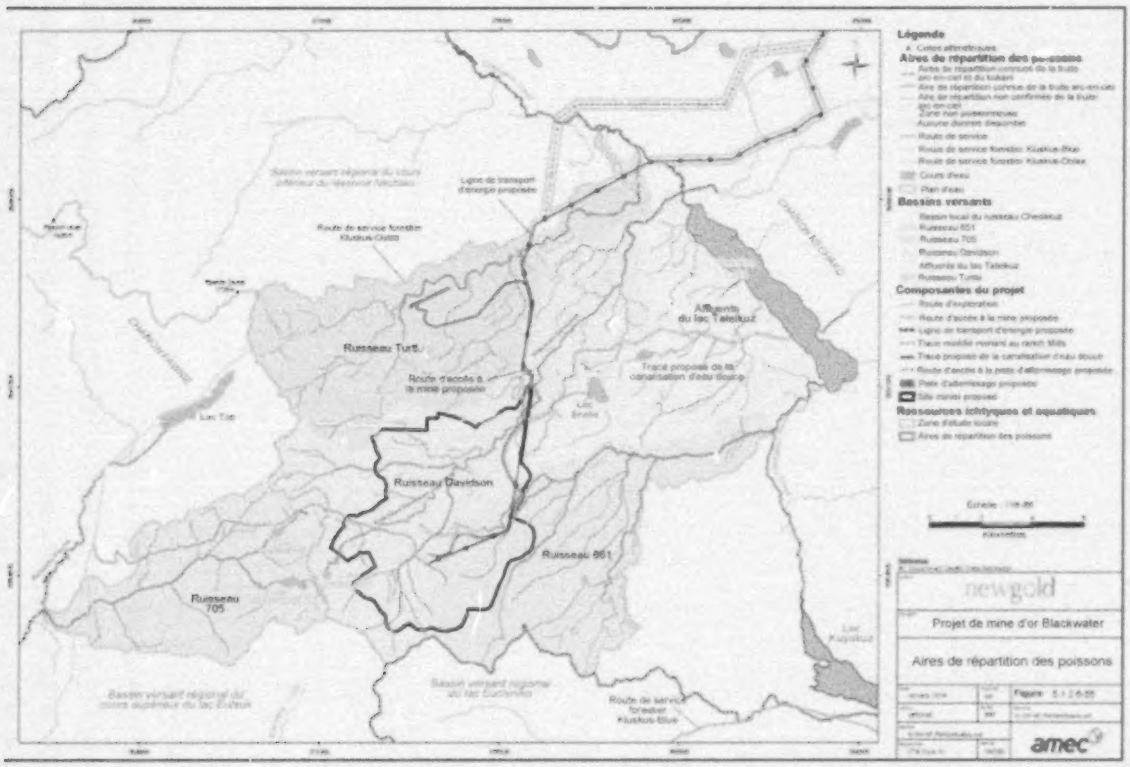

Figure 2. Carte du bassin versant du site minier proposé et zones de transfert intra-bassins proposées. (D'après New Gold, 2014. Demande de certificat d'évaluation environnementale/ Énoncé des incidences environnementales – Évaluation des effets environnementaux potentiels. Volume 2, section 5.1.2. : Étude de base sur l'environnement – Environnement aquatique, paragraphe « Poisson et habitat du poisson ». Figure 5.1.2.6-55 : Aire de répartition du poisson.)

La plupart des activités d'exploitation minière se déroulent dans la partie supérieure du bassin versant du ruisseau Davidson, qui a une superficie approximative de 86 km^2 (figure 2). Le ruisseau Davidson prend naissance dans un petit lac tributaire (lac 01682 [LNRS]) situé près de la ligne de partage des eaux entre les bassins versants des ruisseaux Chedakuz et Fawnie, et coule en direction nord-est du mont Davidson jusqu'au cours inférieur du ruisseau Chedakuz. Son altitude varie de 1 700 mASL (mètres au-dessus du niveau de la mer) au sommet du mont Davidson à 950 mASL à sa confluence avec le ruisseau Chedakuz. Dans le bassin versant du ruisseau Davidson, le développement de la mine entraînera la perte ou l'élimination d'environ 58 % d'eau par volume et de quelque 249 hectares (ha) d'habitat riverain.

Les eaux d'amont du ruisseau Davidson seront captées dans le bassin de décantation des résidus et ouvrages connexes, ce qui aura pour effet de réduire le débit dans les tronçons inférieurs du ruisseau durant les phases d'exploitation et de fermeture de la mine, lesquelles devraient durer 35 ans. Afin d'atténuer cette perte, le promoteur propose de pomper l'eau du lac Tatelkuz dans un petit bassin de retenue (ou réservoir), puis d'effectuer des transferts d'eau dans le ruisseau Davidson selon un calendrier saisonnier. On estime que jusqu'à 6 millions de mètres cubes (m^3) d'eau seront pompés chaque année du lac, au moyen d'une canalisation enterrée de 8 km, afin d'accroître le débit dans le cours inférieur du ruisseau Davidson pour répondre aux besoins des poissons et de l'exploitation minière. Afin d'éviter que des poissons et

autres organismes de plus grande taille soient entraînés dans la canalisation, des grillages à poissons seront installés aux prises d'eau.

Le bassin versant du ruisseau 705 (45 km^2) s'écoule au sud-ouest du mont Davidson vers le ruisseau Fawnie. Son altitude varie d'environ 1 500 mASL à 1 000 mASL près de la confluence des ruisseaux 705 et Fawnie. Le ruisseau 705 est alimenté par deux lacs tributaires, le lac 01538 (UEUT) (dans lequel sera dérivé le lac 01682 [LNRS]) et le lac 01428 (UEUT). Le projet de dérivation du lac 01682 (LNRS) dans le bassin versant du ruisseau 705 en augmentera la taille actuelle, qui passera de 9,2 hectares à une superficie proposée de 21,7 hectares.

Espèces aquatiques d'intérêt

Les principales espèces aquatiques d'intérêt dans la zone d'étude sont le kokani (*Oncorhynchus nerka*) – la variante du cycle de vie du saumon rouge confinée aux eaux intérieures – et la truite arc-en-ciel (*Oncorhynchus mliykiss*). Le kokani et la truite arc-en-ciel sont les deux espèces de poisson les plus abondantes dans la zone d'étude et sont deux composantes de la pêche récréative et des pêches autochtones. Selon l'évaluation, l'exploitation de ce site minier aura une incidence directe sur ces deux espèces. Des populations de truite arc-en-ciel sont présentes dans le ruisseau Davidson et le lac 01682 (LNRS), et elles sont considérées comme étant génétiquement distinctes l'une de l'autre. Cependant, seule la population lacustre est considérée comme résidente, car les spécimens adultes de la truite arc-en-ciel dans les cours inférieur et médian du ruisseau Davidson migrent vers le lac Tatelkuz ou le ruisseau Chedakuz après le frai pour se nourrir et hiverner. Les alevins de truite et les juvéniles passent d'un à deux ans dans le ruisseau Davidson avant de migrer en aval. Les kokanis adultes fraient également dans le cours inférieur du ruisseau Davidson; leur nombre moyen durant la période de référence a été d'environ 4 000 poissons (section 5.1.2.6.3.2.4.7 de l'énoncé des incidences environnementales). Cette population est considérée comme distincte, car les marqueurs génétiques et le cycle biologique (moment du frai) laissent croire que ce groupe diffère des autres groupes de frai dans le bassin (Taylor 2013[1]).

En vertu de la *Loi sur les pêches* du gouvernement fédéral, Pêches et Océans Canada doit assurer la durabilité et la protection des poissons qui sont visés par les « pêches commerciale, récréative et autochtone », ou qui y contribuent. Les deux espèces recensées de poisson sont considérées comme faisant partie d'une pêche et sont donc protégées en vertu de la *Loi sur les pêches*. L'énoncé des incidences environnementales ne fait mention d'aucune espèce inscrite sur la liste fédérale des espèces en péril.

Risques évalués

En plus d'évaluer les incidences potentielles associées aux modifications de l'hydrodynamique, de la température et de la chimie de l'eau, ainsi que de la structure de l'habitat, la présente évaluation tient compte des risques que pourraient poser les espèces aquatiques envahissantes et les agents pathogènes qui pourraient être introduits par les stratégies d'atténuation proposées.

[1] Taylor, E.B. 2013. Microsatellite DNA analysis of populations of kokanee (*Oncorhynchus nerka*) in the Tatelkuz Lake/Chedakuz Creek Watershed, Interior British Columbia. Préparé pour New Gold Inc. par le Département de zoologie, Université de la Colombie-Britannique, Vancouver (Colombie-Britannique). Février 2013.

Le « Plan d'action canadien de lutte contre les espèces aquatiques envahissantes » (2004) énonce des directives claires à l'égard des activités qui prévoient des transferts entre bassins (transfert d'eau d'un bassin versant à un autre) en précisant que de telles activités ne devraient pas avoir lieu. En revanche, les indications concernant les transferts intra-bassins (transfert d'eau à l'intérieur du même bassin versant) sont moins claires, appelant seulement à la prudence en raison du risque de propagation d'espèces envahissantes ou d'organismes pathogènes. Il est reconnu que les dérivations des eaux constituent une importante voie d'entrée pour les espèces aquatiques envahissantes (EAE), y compris les espèces posant un risque élevé comme les moules dreissénidées. Bien qu'il s'agisse dans la majorité des cas de dérivations entre bassins, il peut aussi y avoir déplacement d'espèces à l'intérieur d'un même bassin, lorsque les espèces (ou les populations ou les entités génétiques), ou leurs maladies ou pathogènes, ne sont pas répartis de façon homogène dans l'ensemble du paysage.

Analyse et réponse

Les sections suivantes de l'énoncé des incidences environnementales ont été examinées pour la formulation de la présente réponse :

Section / document	Titre
Section 5.1.2	Environnement aquatique
Section 5.3.2	Débit des eaux de surface
Section 5.3.3	Qualité des eaux de surface
Section 5.3.8	Poisson
Section 5.3.9	Habitat du poisson
Section 12	Résumé du plan proposé de gestion de l'environnement et de l'exploitation
Section 13	Rapports de suivi et de contrôle de conformité
Section 19	Résumé des effets résiduels
Section 20	Résumé des mesures d'atténuation
Annexe 5.1.2.6C	Plan d'atténuation et de compensation des impacts sur les pêches (FMOP)
Annexe 5.1.2.6D	Étude des débits
Annexe 5.1.2.6E	Évaluation des instincts de retour (homing)
Annexe 5.2-4	Composition taxonomique et densité du périphyton dans les cours d'eau, 2011-2012
Annexe 5.3-1	Composition taxonomique et densité des macro-invertébrés benthiques dans les cours d'eau, 2011-2012
Annexe 5.4-3	Composition taxonomique et densité du phytoplancton lacustre, 2012
Annexe 5.5-1	Composition taxonomique et densité du zooplancton lacustre, 2012
Annexe 5.6-1	Composition taxonomique des macro-invertébrés benthiques de lac, 2012

Les réponses de la Direction des sciences du MPO aux trois objectifs fixés par le Programme de protection des pêches du MPO (voir la section Contexte, ci-dessus) sont présentées en détail ci-après.

Modification de la température dans le ruisseau Davidson

Pertinence de la proposition

New Gold s'attend à ce que le régime thermique du ruisseau Davidson soit modifié par le pompage d'eau profonde du lac Tatelkuz au moyen du système d'approvisionnement en eau douce proposé. Ainsi, comme c'est souvent le cas dans les rivières situées en aval de réservoirs de stockage (Olden et Naiman 2010), on s'attend à ce que les températures dans le ruisseau soient plus froides durant l'été et plus chaudes durant l'automne et l'hiver, après la construction. Les prévisions de température dans le ruisseau Davidson (p. ex. le tableau 5.3.3-21) semblent toutefois être fondées sur des données de terrain limitées et sur un modèle de mélange simpliste. Il semble probable que le bassin d'amont proposé pour alimenter le système d'approvisionnement en eau douce entraînera des échanges de chaleur avec l'air, en particulier durant les mois d'hiver. On peut également s'attendre à un certain refroidissement à l'intérieur de la canalisation, car le sol gèlera pendant l'hiver. Cependant, rien n'a été fait pour modéliser les effets des échanges de chaleur entre l'air et l'eau dans le bassin d'amont, ou les changements dans la température de l'eau qui sont susceptibles de se produire le long du cours d'eau. Bien qu'un facteur de correction ait été appliqué d'après les températures observées, une approche plus explicite tenant compte des débits entrants réels et des échanges de chaleur prévus serait nécessaire pour prévoir de manière plus précise les variations de température. Ces lacunes feront probablement en sorte que les températures prévues durant l'hiver seront plus élevées que ce qui sera observé dans le cours inférieur du ruisseau. Par ailleurs, bien que l'ampleur du biais soit incertaine, le biais pourrait être important en ce qui a trait au développement des œufs et des alevins vésiculés de kokani (voir ci-dessous).

Le ruisseau Davidson sert également de lieu de frai pour les truites arc-en-ciel adultes et d'aire de croissance pour les truites juvéniles, avant leur migration vers le lac Tatelkuz au stade immature. Ainsi qu'il a été mentionné précédemment, on s'attend à ce que les apports d'eau par le système d'approvisionnement en eau douce abaissent la température de l'eau durant l'été et l'élèvent à l'automne et à l'hiver, par rapport au scénario de référence. Les températures plus basses durant l'été auront pour effet de prolonger la période d'incubation des œufs et des larves, et pourraient également réduire la croissance des truites d'âge 0, ce qui pourrait avoir une incidence sur la survie. Ces effets pourraient toutefois être contrebalancés par des eaux plus chaudes à l'automne. L'énoncé des incidences environnementales conclut que ces incidences ne sont « pas significatives » (tableau 5.3.8-60). Cet énoncé ne peut toutefois pas être évalué adéquatement par le MPO, en raison des limites de la modélisation de la température.

Risques potentiels pour la productivité

Comme les incidences sur les espèces de poissons dépendent du cycle biologique de chacune, le kokani et la truite arc-en-ciel sont examinés séparément dans l'analyse qui suit.

Kokani

Le kokani fraie dans le ruisseau Davidson au milieu de l'été et les alevins émergent du gravier de frai au printemps (probablement en mai ou en juin) avant de migrer vers le lac Tatelkuz. Bien que le promoteur s'attende à ce que les températures plus chaudes à l'automne et à l'hiver accélèrent le développement des œufs et des alevins dans les frayères, ces effets ont été jugés « non significatifs » avec un degré de confiance modéré (tableau 5.3.8-60). Cependant, des études détaillées sur l'ontogénie du saumon rouge de petits cours d'eau situés dans la région de la rivière Stuart et du lac Takla, à 200 km au nord, laissent croire que des changements relativement faibles de la température de l'eau peuvent avoir des répercussions sur le

développement, et peut-être aussi sur la survie des œufs et des larves de saumon rouge (Macdonald *et al.* 1998).

De novembre à mai, la température de l'eau dans les petits cours d'eau situés dans le centre de la Colombie-Britannique se situe près de 0 °C (figure 5.1-1; Macdonald *et al.* 1998). Chez les espèces qui fraient à l'automne, le développement des œufs et des alevins dans les frayères est largement tributaire de la chaleur durant l'été et l'automne, car il y a peu de développement pendant les mois d'hiver. Après le frai à la mi-août, les œufs de saumon rouge éclosent à l'automne; en novembre, au moment où les températures atteignent le point de congélation, le développement des larves est presque terminé. Les alevins émergent du gravier de frai à la fin d'avril et en mai, lorsque la température de l'eau augmente à 5 °C. La migration des alevins à partir des cours d'eau de frai coïnciderait avec le début de la production biologique dans les lacs de séjour. Macdonald *et al.* (1998) ont avancé l'hypothèse que des changements relativement faibles de la température de l'eau, découlant dans leur cas particulier de la coupe à blanc, pourraient avoir une incidence sur les taux de développement et sur la survie des œufs, des alevins vésiculés et des alevins de saumon rouge.

Les unités thermiques cumulées (UTC ou degrés-jours) sont souvent utilisées pour évaluer les habitats thermiques des salmonidés en incubation. Les unités thermiques cumulées dans le ruisseau Davidson ont été estimées en faisant la somme du produit du nombre de jours durant le mois et de la température estimative mensuelle de l'eau, entre le 1er août et le 30 avril. Dans le cas du kokani, si l'on présume que le frai se produit le 1er août et que la migration des alevins a lieu le 1er mai, on obtient un total de 543 UTC au site du cours inférieur (WQ7), selon les données sur la température mensuelle moyenne (tableau 5.3.3-21). Macdonald *et al.* (1998) ont observé une moyenne de 660 UTC entre le frai et l'émergence des alevins de saumon rouge dans le lac Takla. Les unités thermiques cumulées, estimées durant la phase d'exploitation du projet à partir de prévisions obtenues par régression, s'établissent à 1 932 et à 1 138 UTC pour des apports d'eau provenant de prises d'eau respectivement de 8 m et 12 m dans le lac Tatelkuz. Cette forte augmentation est attribuable à la hausse prévue de la température à l'automne et à l'hiver par rapport au scénario de référence, sous l'effet des apports d'eau par le système d'approvisionnement en eau douce.

Cette augmentation du double ou du triple des unités thermiques durant l'incubation constitue un facteur de risque susceptible d'influer sur le succès de recrutement de cette population, car la chaleur est bien supérieure à celle nécessaire au développement complet de l'espèce. La productivité pourrait donc être réduite si les alevins de saumon kokani épuisent les réserves de leur vitellus pendant les mois d'hiver, ou s'ils migrent tôt vers le lac Tatelkuz. Un développement précoce pourrait entraîner une migration hâtive (qui pourrait survenir au milieu de l'hiver) ou un séjour prolongé dans le gravier de frai. On s'attend à ce que les températures hivernales se situent entre 2 et 4 °C, ce qui donnera lieu à une plus grande consommation d'énergie qu'à une température de 0 °C. Le vitellus est la source d'énergie des alevins dans le gravier de frai; donc, lorsque le vitellus sera épuisé, les alevins seront privés de nourriture à moins que l'alimentation exogène ne commence (Macdonald *et al.* 1998). Une certaine compensation vient du taux de développement, lequel ralentit à des températures plus élevées, ce qui tend à atténuer les effets de l'élévation de la température de l'eau. Macdonald *et al.* (1998) ont toutefois observé une relation inverse entre la température moyenne durant la période d'incubation et la date d'émergence des alevins au fil des ans, ce qui laisse croire que la compensation sur le plan du développement ne suffit pas pour neutraliser complètement la variation des régimes de température.

Truite arc-en-ciel

L'élévation de la température durant l'hiver, sous l'effet des apports d'eau provenant du système d'approvisionnement en eau douce, pourrait avoir une incidence sur la productivité de la

population de truites arc-en-ciel, mais ce risque n'est pas analysé dans l'énoncé des incidences environnementales. Les apports d'eau chaude réduiront la couverture de glace dans le ruisseau ce qui, en présence de températures de l'air très froides, augmente le risque de formation de frasil et de glace de fond. De plus, la modification des régimes de température peut perturber les cycles biologiques des invertébrés aquatiques, réduisant ainsi les sources potentielles de nourriture pour les poissons (Brown *et al.* 2011). De fait, une étude sur des salmonidés juvéniles élevés dans des zones libres de glace en aval d'installations hydroélectriques indique une diminution du taux de survie et de l'accumulation d'énergie, en raison d'une augmentation du niveau d'activité et du risque de prédation par rapport aux zones couvertes de glace (Hedger *et al.* 2013).

Comme il a été mentionné précédemment, il est difficile d'évaluer les risques associés au régime de température durant l'hiver sur la base des données présentées. Comme la production de tacons limite probablement la taille de la population de truites arc-en-ciel, la perte de tacons durant l'hivernation aura une incidence directe sur l'abondance des adultes. Une analyse plus approfondie des températures est nécessaire pour caractériser les risques associés à une modification du régime thermique. La réponse biologique sera difficile à prévoir et restera sans doute un facteur de risque si le régime thermique diffère sensiblement de ce que l'on observe dans la nature.

Modifications de la chimie de l'eau dans le ruisseau Davidson

Pertinence de la proposition

La production de poissons est souvent liée au potentiel de production alimentaire dans les cours d'eau, comme en témoignent les corrélations entre la production de poissons ou la biomasse et les ions dissous (alcalinité), les mesures directes des nutriments (azote et phosphore) ou la productivité primaire (p. ex. Kwak et Waters 1997). La dérivation de l'eau d'un lac ou d'un bassin de retenue peut modifier la productivité d'un cours d'eau s'il y a des différences importantes entre la chimie de l'eau du plan d'eau d'origine et celle du plan d'eau récepteur. Ces effets sont énumérés à la section 4.3.7 du plan d'atténuation et de compensation, mais le promoteur n'inclut pas d'analyse dans la documentation du projet. On devrait notamment effectuer une analyse des changements potentiels dans les paramètres de la chimie de l'eau qui pourraient influencer la productivité primaire dans le ruisseau Davidson, à la suite des apports d'eau provenant du système d'approvisionnement en eau douce, afin d'évaluer le risque de modification de l'état trophique du ruisseau. Les tableaux 5.1.2.2-1 et 5.1.2.2-5 présentent les moyennes (selon les profondeurs et les saisons), mais ces statistiques sommaires ne sont pas suffisamment détaillées pour une telle analyse. L'analyse devrait mettre l'accent sur l'eau qui sera pompée du lac Tatelkuz (à la profondeur appropriée) durant les mois d'eaux libres (période de croissance) et prendre en compte, dans la mesure du possible, la chimie du débit résiduel dans le ruisseau Davidson ainsi qu'après le mélange avec l'eau provenant du système d'approvisionnement en eau douce.

Risques potentiels pour la productivité

Comme il est mentionné dans la section qui précède, des hypothèses concernant l'état trophique peuvent être formulées à partir de l'alcalinité ou de la chimie de l'eau, ainsi que des mesures directes des éléments nutritifs ou de la productivité primaire. Sur la base des moyennes présentées aux tableaux 5.1.2.2-1 et 5.1.2.2-5, l'état trophique du lac Tatelkuz semble être légèrement inférieur à celui du ruisseau Davidson, mais les différences sont faibles; la perte potentielle de productivité du poisson pourrait donc elle aussi être faible. Une analyse plus détaillée de la chimie de l'eau qui sera pompée dans le ruisseau Davidson est nécessaire

afin de pouvoir faire un examen complet des incidences potentielles sur la productivité de ce ruisseau.

Modifications du régime d'écoulement dans le ruisseau Davidson

Pertinence de la proposition

New Gold utilise des méthodes standards de simulation de l'habitat physique pour établir son calendrier d'apports d'eau et calculer les changements dans l'habitat physique (défini par la vitesse du courant, la profondeur d'eau et la composition du lit du cours d'eau) de la truite et du kokani, qui pourraient être causés par ces apports d'eau. Les procédures suivent les protocoles normalisés élaborés en Colombie-Britannique pour les dérivations à petite échelle. Le calendrier des apports d'eau a un profil saisonnier qui s'apparente au régime naturel et il prévoit un débit de pointe ayant pour but de mobiliser les particules fines dans le lit du cours d'eau. Le régime d'écoulement est conçu de manière à conserver environ 90 % de l'habitat physique naturel dans les conditions de faible débit sur 30 jours pour les divers stades biologiques de la truite et du kokani présents dans le ruisseau.

New Gold a basé son analyse sur les données sur l'écoulement mensuel moyen, car il existe peu de données sur l'écoulement journalier. Or, la forme des hydrogrammes basés sur des données mensuelles est souvent très différente de celle des hydrogrammes fondés sur des données quotidiennes, en raison principalement du fait que le pic du courant d'eau douce est de plus courte durée et que le débit maximum est supérieur aux valeurs prévues à partir du calendrier mensuel. Les hydrogrammes présentés ne reflètent donc pas l'ampleur des débits de pointe, lesquels influent largement sur la formation des chenaux et sur les composantes de l'habitat dans les cours d'eau.

Le calendrier proposé pour les apports d'eau offre un débit comparable ou légèrement inférieur au faible débit moyen sur 30 jours pour les quatre « phases » (tableau 15, annexe 5.2.1.6D). Le débit du ruisseau durant la phase d'exploitation se situe donc à l'intérieur de la fourchette naturelle à laquelle ont déjà été exposées les populations de poissons. De plus, la modélisation de l'habitat physique laisse croire que le calendrier des apports d'eau entraînera une diminution de moins de 10 % de l'habitat disponible par rapport aux périodes naturelles de faible débit. Ces observations ne signifient pas pour autant qu'il n'y aura pas d'incidence sur les populations de poissons; s'il existe une corrélation positive entre la productivité et le débit, la population pourrait alors bénéficier d'années « humides » marquées par des débits supérieurs à la moyenne. Ces avantages seront éliminés par un régime régulé reproduisant des moyennes ou des années de sécheresse.

Il s'impose donc de faire une analyse plus poussée des risques associés aux faibles débits sur l'habitat de frai du kokani. De plus, les effets du débit durant l'hiver sur l'habitat ne sont pas examinés; or la réduction du débit en hiver (et le maintien d'un faible débit global au fil des ans) pourrait comporter des risques qui n'ont pas été évalués. Le promoteur fournit une brève analyse de la profondeur de l'eau pendant les périodes d'incubation à la page 62 de l'étude sur le débit du cours d'eau, mais il est difficile d'évaluer les risques que ces débits présenteront pour les frayères. Comme l'étude sur le débit du cours d'eau est basée sur un schéma stratifié pour la sélection des transects, il devrait être possible de faire des prévisions explicites concernant la profondeur de l'eau et la vitesse du courant dans les habitats situés dans les rapides où le frai est susceptible de se produire.

Il est également important de souligner que la modélisation de l'habitat physique n'est qu'une partie de l'analyse du débit, puisque cette analyse est le résultat de l'intégration de l'habitat physique avec d'autres aspects de l'environnement qui seront touchés par le projet. Les apports d'eau par le système d'approvisionnement en eau douce devraient donc tenir compte, s'il y a

lieu, d'autres facteurs (c.-à-d. la température, la chimie de l'eau, le retour des poissons) relevés dans le présent examen, car certains de ces facteurs pourraient être plus importants que l'habitat hydraulique pour déterminer la productivité des pêches.

Risques potentiels pour la productivité

Il est peu fréquent d'utiliser des relations simples entre les caractéristiques de l'hydrogramme (niveaux de débit) et la production de poisson dans les recherches et les études de suivi. Comme nous l'avons indiqué précédemment, le succès global des populations dépend de nombreux facteurs interdépendants. Par conséquent, bien que le régime d'écoulement ait été établi à partir d'approches normalisées et qu'il ait été conçu de manière à procurer des habitats physiques adéquats pour le poisson, la productivité des pêches qui en résultera dépendra de l'interaction entre le régime d'écoulement et d'autres facteurs qui auront été modifiés par le projet. Ces facteurs devraient donc être intégrés dans la conception du système d'approvisionnement en eau douce et du calendrier des apports d'eau. Un programme de surveillance bien conçu, combiné à un mode de gestion souple permettant, s'il y a lieu, d'ajuster les activités d'exploitation pour tenir compte de changements imprévus, réduira l'incertitude et les risques associés aux incidences potentielles des modifications du régime d'écoulement sur la productivité.

Changements dans les conditions de l'habitat dans le ruisseau Davidson

Pertinence de la proposition

Dans les rivières non régulées, les débits de pointe (et aussi, dans certains cas, la glace) provoquent le déplacement de gravier, de sédiments et de débris ligneux dans le chenal et en aval. Bien qu'il se crée un équilibre dynamique entre les apports et les pertes dans le cours d'eau, les conditions peuvent varier considérablement en raison des variations interannuelles dans les débits et les conditions climatiques.

Les débits de pointe façonnent également l'habitat riverain, en perturbant les rives des cours d'eau, en augmentant le débit et en causant l'apport de sédiments et de nutriments en périodes de débits élevés. Les cycles biologiques des espèces riveraines s'adaptent à ces caractéristiques du régime d'écoulement. Les processus qui donnent lieu à la formation de chenaux peuvent être modifiés par la présence d'un barrage qui réduit ou élimine les débits de pointe (Church 1995).

Comme l'a souligné le promoteur, il est difficile de prévoir l'ampleur des changements dans l'habitat qui découleront de la régulation du débit durant les phases d'exploitation et de fermeture de la mine. Le promoteur ne présente que les débits mensuels moyens (tableau 5.3.2-11), de sorte qu'il est impossible d'évaluer l'ampleur véritable des débits de pointe. Ainsi que l'indique le promoteur, les apports de sédiments, de gravier et de débris organiques en provenance des eaux d'amont du ruisseau Davidson seront éliminés, du fait que le système d'approvisionnement en eau douce ne fournira que de l'eau de lac. Les débits de rinçage proposés seront essentiels au maintien de la qualité du lit du cours d'eau, et ces débits sont délibérément conçus pour empêcher la mobilisation et la perte de gravier ou de débris ligneux ne pouvant être remplacés par le recrutement dans les eaux d'amont. L'ampleur des débits de rinçage est conforme aux recommandations formulées dans le cadre d'autres projets de dérivation en Colombie-Britannique. New Gold propose un programme de surveillance pouvant être assorti, s'il y a lieu, de mesures correctives (5.1.2.6D), mais fournit peu de détails à ce sujet.

Risques potentiels pour la productivité

L'absence de véritable courant d'eau douce pourrait aussi causer un empiétement sur les zones riveraines du chenal. Dans les chenaux alluviaux (gravier), cela peut modifier sensiblement les conditions de l'habitat; dans le cas du ruisseau Davidson, toutefois, on ignore l'importance que pourraient avoir ces effets. Il faut parfois des décennies avant que de tels effets se manifestent, et on s'attend à ce que les débits de pointe soient supérieurs au scénario de référence après la fermeture de la mine, ce qui atténuera certains de ces changements. Comme il a été mentionné précédemment, le promoteur présente uniquement les moyennes mensuelles, de sorte qu'il est impossible de déterminer les incidences potentielles de l'ampleur réelle des débits de pointe.

Par ailleurs, bien qu'il soit difficile de prévoir les risques pour la productivité des pêches qui sont associés aux changements dans l'habitat fluviatile, il est néanmoins possible de gérer ces risques grâce à la surveillance et à une souplesse dans l'exploitation des installations. On peut par exemple varier le moment et l'ampleur des débits de rinçage; il pourrait en outre s'avérer utile de tirer profit des débits entrants naturels pour maximiser les effets des débits de rinçage. Il est probable que les risques seront faibles pendant la durée de vie de la mine, si une approche adaptative est prise. Le rétablissement des débits de pointe après la fermeture devrait aider à rétablir les processus naturels.

Changements dans la migration et l'empreinte des poissons dans le ruisseau Davidson

Pertinence de la proposition

L'augmentation du débit dans le ruisseau Davidson pourrait avoir une incidence sur les habitudes migratoires de la truite arc-en-ciel et du kokani, en raison des changements dans la composition chimique de l'eau causés par les apports du système d'approvisionnement en eau douce, mais les répercussions peuvent être difficiles à prévoir. Dans le cas par exemple de la rivière Bridge, en Colombie-Britannique, le rétablissement du débit (après une dérivation de 50 ans) semble avoir eu peu d'effets sur la montaison des saumons et des truites arc-en-ciel adultes (Decker *et al.* 2008). En revanche, le saumon de la rivière Seton située à proximité s'est révélé très sensible au mélange d'eaux de sources diverses (Fretwell 1989).

En plus du retour des adultes dans les frayères, les truites et les kokanis juvéniles sont retournés dans le lac Tatelkuz à partir des frayères, grâce à l'avalaison dans le ruisseau Davidson, puis à la montaison, du ruisseau Chedakuz vers le lac Tatelkuz. Ces migrations seraient le résultat, croit-on, d'une combinaison de mécanismes de contrôle génétiques et environnementaux (Kelso *et al.* 1981). Le succès de la migration des juvéniles risque moins d'être influencé par les changements dans la chimie de l'eau causés par l'augmentation du débit, car la chimie de l'eau du lac Tatelkuz et du ruisseau Chedakuz ne subira aucune modification.

L'allégation du promoteur selon laquelle il est « peu probable » que l'augmentation du débit perturbe la migration des reproducteurs dans le ruisseau Davidson (5.1.2.6E) n'est pas corroborée. Il existe en effet de nombreuses inconnues, et la dérivation du cours d'eau devrait toujours être considérée comme un facteur de risque.

Risques potentiels pour la productivité

Comme l'a mentionné New Gold, il est probable que des facteurs génétiques et environnementaux influent sur la détermination des voies de migration, et l'importance relative des signaux migratoires proximaux (chimiques) est difficile à prévoir. Selon le promoteur, il est probable que des facteurs génétiques et environnementaux influent sur la détermination des

voies de migration, mais on ignore l'importance relative des signaux migratoires proximaux (chimiques).

Sur la base des connaissances actuelles, il est très difficile de prévoir les effets qu'auront les modifications de la chimie de l'eau et du débit sur le succès de migration des reproducteurs adultes dans le ruisseau Davidson durant les phases de construction et d'exploitation. Il est proposé d'exercer une surveillance adéquate et d'envisager l'élaboration d'un plan d'intervention pour réduire les risques pour les populations de truites arc-en-ciel et de kokanis. La section « Autres exigences en matière de données ou de renseignements » de la présente évaluation fournit de plus amples renseignements à ce sujet.

Introduction d'espèces aquatiques envahissantes

Pertinence de la proposition

Les transferts d'eau à l'intérieur d'un bassin constituent une mesure de compensation possible, mais l'énoncé des incidences environnementales ne traite pas expressément du risque potentiel lié à l'introduction d'espèces aquatiques envahissantes, ni de la modification possible de l'aire de répartition des espèces sous l'effet de ces transferts. Bien que le tableau 20,1-1 présente un plan de gestion des espèces envahissantes dans le cadre du système de gestion de l'environnement du promoteur, on ne sait pas si ce plan vise à inclure les transferts intra-bassins proposés dans l'environnement aquatique qui pourraient entraîner la modification de l'aire de répartition des espèces. Il est probable que ce plan soit axé davantage sur le milieu terrestre et sur l'introduction de végétaux sous l'effet des activités prévues.

Bien que la documentation complémentaire contienne beaucoup d'information (voir la liste des annexes ci-dessus), le format de présentation des données ne permet pas d'évaluer le degré de similitude entre la composition des espèces dans le plan d'eau d'origine et celle dans le milieu récepteur, et aucune analyse n'a porté précisément sur les espèces aquatiques envahissantes.

De plus, le niveau de résolution taxonomique pour certains taxons n'est pas suffisant pour déterminer si les espèces aquatiques envahissantes constituent ou non un problème potentiel. De façon plus précise, il a été impossible de déterminer à quelle espèce appartenaient certains organismes, de sorte que les genres (ou même les classifications à un niveau taxonomique supérieur) pourraient représenter des espèces précises courantes à différents endroits ou, au contraire, des espèces différentes (populations ou unités génétiques) de zones géographiques différentes. La résolution taxonomique augmente à mesure qu'augmente la taille de l'organisme, de sorte que les renseignements taxonomiques les plus complets sont ceux qui portent sur les espèces de poissons, qui sont toutes indigènes. Cependant, même pour ce groupe d'organismes, certaines différences ont été observées entre les plans d'eau d'origine et de destination, ce qui laisse croire que les espèces ne sont pas réparties uniformément dans l'ensemble du paysage et qu'il y a un risque que des organismes du milieu d'origine soient introduits dans les plans d'eau récepteurs. Prenons par exemple les eaux du lac Tatelkuz (qui renferment dix espèces de poissons – tableau 5.3.8-5), qui se déversent dans le ruisseau Davidson (où seulement trois espèces sont présentes –tableau 5.3.8-5). Seuls la truite arc-en-ciel, le kokani et le ménomini de montagnes sont communs à ces deux plans d'eau; il est donc possible qu'au moins certaines autres espèces du lac Tatelkuz soient introduites dans le ruisseau Davidson duquel elles sont actuellement absentes.

La proposition ne tient pas compte de la modification possible de l'aire de répartition des espèces sous l'effet des transferts d'eau à l'intérieur du bassin. Peu d'attention est accordée aux répercussions potentielles des mesures de compensation proposées. Bien qu'aucune analyse de la redistribution potentielle des espèces à la suite des transferts intra-bassins n'ait

été faite, la présentation du promoteur contient certains renseignements qui pourraient être utilisés pour caractériser le risque potentiel de ces transferts.

Risques potentiels pour la productivité

Les listes détaillées des espèces, fournies dans la documentation, n'ont pas été évaluées en regard des espèces aquatiques envahissantes connues en Colombie-Britannique. Comme il n'existe pas, à l'heure actuelle, de base de données spatialement explicite et interrogeable, ni de catalogue de référence des espèces aquatiques envahissantes connues en Colombie-Britannique, les renseignements sur l'aire de répartition de chaque espèce aquatique envahissante potentielle devront être déterminés au cas par cas, grâce à la participation de chercheurs (fédéraux, provinciaux, universitaires) ou de gestionnaires. Aucune espèce aquatique envahissante n'a été identifiée par le promoteur, et on ne dispose pas de renseignements suffisants pour déterminer les changements de productivité qui pourraient être causés par une redistribution des espèces à la suite des transferts proposés à l'intérieur du bassin. Comme on l'a mentionné précédemment, les espèces de poissons ne sont pas réparties uniformément dans l'ensemble du paysage, de sorte que les transferts d'eau proposés pourraient entraîner l'introduction de nouvelles espèces. Selon l'aire de répartition actuelle des autres espèces de poissons présentes dans d'autres ruisseaux étudiés dans le bassin versant, il semble que les conditions environnementales seraient similaires entre les plans d'eau d'origine et récepteurs, ce qui permettrait à certaines espèces de s'établir (populations autosuffisantes) dans les plans d'eaux récepteurs. De plus, le transfert proposé du lac 01682 (LNRS) (qui contient seulement la truite arc-en-ciel; tableau 5.3.8-5) vers le ruisseau Fawnie (qui contient la truite arc-en-ciel et le kokani) pourrait causer le transfert de nouveau matériel génétique entre ces bassins (voir la section « Changements génétiques »), bien que l'absence d'autres espèces de poisson dans le plan d'eau d'origine laisse croire que le risque pour les milieux récepteurs serait faible (c.-à-d. il n'y a pas d'autres espèces de poisson dans le lac 01682 [LNRS]). Toutefois, dans le cas des autres groupes taxonomiques, d'autres analyses seraient nécessaires pour évaluer pleinement le risque potentiel.

Effets sur la diversité génétique

Pertinence de la proposition

Le projet de dérivation du lac 01682 (LNRS), situé dans le bassin supérieur du ruisseau Davidson, vers le ruisseau 705 dans le bassin versant du ruisseau Fawnie entraînera probablement le transfert de truites arc-en-ciel, du bassin versant du ruisseau Chedakuz vers celui du ruisseau Fawnie. Le promoteur a mené des études génétiques adéquates qui indiquent que les populations de truites arc-en-ciel des deux bassins versants sont étroitement apparentées, mais sont génétiquement et démographiquement distinctes. Les analyses génétiques appuient par ailleurs l'hypothèse voulant que les deux bassins versants aient pu être reliés, il n'y pas si longtemps (au cours des 10 à 100 dernières années), ou durant des années où les niveaux d'eau ont été exceptionnellement élevés, ce qui aurait permis le passage des poissons entre les deux bassins.

Il est probable que le transfert d'eau du lac Tatelkuz vers le ruisseau Davidson modifiera l'habitat de frai du kokani et de la truite arc-en-ciel dans le cours inférieur du ruisseau Davidson, ainsi qu'il a été indiqué dans des sections précédentes de la présente évaluation. Cependant, l'énoncé des incidences environnementales n'examine pas explicitement les effets qu'une baisse de la réussite du frai pourrait avoir sur l'abondance des populations de kokanis et de truites arc-en-ciel et, partant, sur la diversité génétique dans le bassin versant du ruisseau Chedakuz. Les populations plus petites sont généralement moins diversifiées et moins résilientes aux perturbations que les populations plus abondantes.

Risques potentiels pour la productivité

Dans l'énoncé des incidences environnementales, l'allégation selon laquelle la perte d'une population précise de truites arc-en-ciel dans le lac 016682 représenterait une réduction mineure de la biodiversité, causée par l'hybridation prévue des populations actuellement distinctes mais étroitement apparentées de truite arc-en-ciel des lacs 01682 (LNRS) et 01538 (UEUT) qui formeraient une seule population dans le bassin versant de la rivière Entiako, est raisonnable. La modification de l'habitat et du régime d'écoulement dans le cours inférieur du ruisseau Davidson pourrait réduire l'abondance des truites arc-en-ciel et des kokanis adultes, et réduire également la diversité génétique au sein des composantes du ruisseau Davidson provenant des populations du lac Tatelkuz. La réduction ou la disparition des groupes de frai dans le cours inférieur du ruisseau Davidson représenterait une perte mineure de biodiversité pour les deux espèces. Toutefois, la connectivité avec des groupes de frai étroitement apparentés dans les affluents du lac Tatelkuz et du ruisseau Chedakuz pourrait permettre la recolonisation des frayères de la truite arc-en-ciel et du kokani dans le ruisseau Davidson, si les conditions de l'habitat propices à la reproduction du poisson sont maintenues ou rétablies durant l'exploitation et la fermeture de la mine.

Introduction d'agents pathogènes ou de parasites

Pertinence de la proposition

L'énoncé des incidences environnementales ne présente aucun profil des agents pathogènes ou des parasites pour le lac ou les rivières visés, même si un très vaste relevé d'autres facteurs biologiques a été réalisé. En raison du manque d'information sur la santé des espèces, il est impossible d'évaluer les incidences potentielles des agents pathogènes ou des parasites lorsque les systèmes seront réunis. L'énoncé des incidences environnementales conclut que les maladies ne constitueraient pas un risque important dans le cas de la dérivation des eaux, précisant ce qui suit : « Même si les communautés de pathogènes du kokani et de la truite arc-en-ciel n'ont pas été étudiées dans le cadre des travaux préliminaires, il est raisonnable de supposer, compte tenu de l'absence d'obstacles à la migration et des analyses génétiques du kokani, que les communautés de pathogènes sont comparables dans les deux bassins versants » [traduction] (AMEC Report, page 5.3.8-79). Ces conclusions sont fondées sur les évaluations génétiques concernant l'homogénéité des populations qui devraient être intégrées par la dérivation, ce qui, compte tenu de l'ampleur et de la proximité des transferts proposés, constitue une approche valide.

Risques potentiels pour la productivité

Aucune liste des agents pathogènes ni aucun dépistage n'ont été établis dans le cadre de cet énoncé des incidences environnementales En l'absence de ces renseignements, il demeure difficile de prévoir s'il est possible que le système récepteur subisse des dommages importants. Les données génétiques incluses dans l'énoncé des incidences environnementales du promoteur indiquent qu'il y a déjà un certain mélange des stocks à l'intérieur de ce bassin versant; il est donc probable que les profils des parasites ou des pathogènes soient également comparables entre les différents systèmes. Cela réduit la probabilité que la dérivation des eaux entre les systèmes ait des répercussions importantes dues à l'introduction d'agents pathogènes ou de parasites.

Autres exigences en matière de données ou de renseignements

Le troisième objectif de cette évaluation était de formuler un avis sur les autres données ou renseignements qui seraient nécessaires pour évaluer correctement les risques associés aux transferts intra-bassins proposés dans le cadre de ce projet et, si possible, de projets futurs. Les

paragraphes qui suivent comprennent des recommandations précises concernant l'énoncé des incidences environnementales examiné, lesquelles pourraient s'appliquer à l'ensemble des projets de ce type, ainsi que des suggestions en matière de surveillance. Toutefois, une évaluation au cas par cas serait nécessaire pour les nouveaux projets qui seront évalués, car la portée, l'échelle, les espèces touchées, de même que les risques potentiels, peuvent varier selon le projet.

Modification de la température dans le ruisseau Davidson

Les travaux supplémentaires visant à clarifier les effets de la température sur les taux de développement des œufs et des alevins vésiculés de kokani et sur l'émergence des alevins ainsi qu'à évaluer les mesures d'atténuation potentielles pourraient inclure ce qui suit :

- Modélisation explicite des températures quotidiennes de l'air et de l'eau pendant les périodes de référence et du projet afin de réduire les erreurs associées à l'utilisation de moyennes mensuelles.
- Surveillance continue de la température du lac Tatelkuz en fonction de la profondeur, afin de bien comprendre la dynamique thermique et la disponibilité d'eaux de températures différentes.
- Modélisation de la dynamique thermique du bassin d'amont.
- Modélisation explicite des effets en aval de l'échange de chaleur durant l'hiver sur la température de l'eau. La présence d'eaux souterraines est déterminée par l'observation de chenaux libres durant l'hiver et devrait être prise en compte dans la modélisation.
- Prise en compte de l'installation, dans le lac Tatelkuz, d'une prise d'eau à orifices multiples dotée d'une prise peu profonde permettant d'avoir accès aux eaux plus froides en surface après le renversement des eaux à l'automne.
- Prise en compte des mesures visant à gérer la température de l'eau dans le bassin d'amont, y compris la circulation de l'eau ou l'aménagement d'exutoires à profondeurs variables, s'il y a lieu.

Autres données ou renseignements nécessaires pour améliorer l'analyse des risques pour les populations de truites arc-en-ciel, qui sont associés à la température durant l'hiver :

- Présentation de données détaillées sur la température de l'air à ce site, permettant de tenir compte de la manifestation d'événements caractérisés par des températures sous le point de congélation (0 °C) et de températures plus extrêmes (< -20 °C).
- Modélisation de la dynamique thermique du réservoir d'eau douce. La capacité du réservoir indiquée n'est pas uniforme (elle est de 400 000 m^3 à la page 102 du plan d'atténuation et de compensation des impacts sur les pêches [FMOP] et de 700 000 m^3 à la page 14), et la surface est de 11 ha (110 000 m^2), ce qui laisse supposer une profondeur moyenne de 3 à 6 mètres. Le débit des apports d'eau durant l'hiver est de 10 800 m^3/j, ce qui laisse à penser que le temps de séjour de l'eau dans le réservoir pourrait s'étendre sur plusieurs semaines, selon l'utilisation d'eau qui sera faite par la mine. On ne semble pas avoir envisagé explicitement la possibilité de refroidissement du réservoir, mais cela pourrait avoir une incidence considérable sur la température des apports d'eau. Le réservoir pourrait également contribuer au réchauffement de l'eau durant l'été, ce qui pourrait atténuer certains changements prévus.
- Modélisation de la variation de la température de l'eau, sous l'effet du déplacement en aval des apports d'eau provenant du réservoir. Bien que la modélisation comporte sans doute un grand degré d'incertitude, elle devrait indiquer le risque de gel, l'étendue des zones d'eau

libre et des zones recouvertes de glace, ainsi que la possibilité de formation de frasil et de glace de fond. Les apports d'eau souterraine devraient aussi être pris en compte.

Modifications du régime d'écoulement ou de la migration et de l'empreinte des poissons dans le ruisseau Davidson

En raison de l'incertitude quant aux effets de la dérivation des eaux sur la migration du poisson dans le ruisseau Davidson, il semble qu'un programme de mise en œuvre basé sur des mesures de surveillance et de gestion soit nécessaire pour en assurer le succès. Il faudrait d'abord établir un programme de surveillance systématique qui permette d'estimer les proportions relatives de reproducteurs dans les différents tronçons de la rivière, de préférence au moyen de méthodes non invasives, et qui comprend la collecte de données de référence pendant deux à trois ans avant le démarrage ou la mise en service des installations.

Afin de réduire le risque que les habitudes migratoires soient perturbées par l'augmentation du débit, le promoteur pourrait inclure une stratégie visant à faire coïncider les nouveaux calendriers d'augmentation du débit avec des moments appropriés pendant les mois d'été, lorsque les reproducteurs, les juvéniles et les œufs sont présents dans le ruisseau. Cela maximiserait le nombre de cohortes exposées au nouveau débit issu du mélange (aux stades d'œufs, de juvéniles ou de saumons à pontes antérieures).

On pourrait aussi envisager de manipuler les régimes d'écoulement durant les apports d'eau, s'il est difficile d'attirer les reproducteurs dans le ruisseau. Bien que les apports d'eau visent à optimiser la valeur de l'habitat, il faudrait mettre l'accent, durant les trois à cinq premières années, sur l'établissement de populations reproductrices à des endroits appropriés. Cela nécessiterait fort probablement une diminution des apports d'eau durant les périodes clés afin de maximiser les apports d'eau dans les tronçons inférieurs du ruisseau Davidson si le retour dans le ruisseau (homing) pose problème. Le biote et les poissons du cours d'eau sont généralement résilients aux diminutions de courte durée, à la condition que les paramètres de la qualité de l'eau soient maintenus. À l'inverse, des débits plus élevés pourraient être nécessaires pour attirer des truites arc-en-ciel reproductrices dans les tronçons supérieurs du ruisseau Davidson si les débits régulés sont insuffisants. Des variations du débit de courte durée pourraient être nécessaires pour favoriser la migration.

Le transfert de truites reproductrices du cours inférieur du ruisseau vers les tronçons médians est une mesure raisonnable pour stimuler l'empreinte en fonction du nouveau régime d'écoulement. Il faudrait toutefois éviter le transfert de poissons provenant d'autres cours d'eau, à moins que la population du ruisseau Davidson ne soit disparue. Le potentiel de contrôle génétique de la migration réduit la probabilité que le transfert d'individus en provenance d'autres bassins réussisse, à moins que les voies de migration et d'autres caractéristiques biologiques soient comparables. L'ADN microsatellite évalue la divergence génétique entre les allèles neutres, mais n'évalue pas la variation dans des caractères adaptatifs. On ne peut donc pas estimer le succès des transferts à partir de l'analyse des allèles neutres. Les études comportementales comme celles de Kelso *et al.* (1981) donnent à penser qu'il existe une variation génétique adaptative dans la migration à de petites échelles spatiales, et le croisement éloigné (croisement de populations différenciées) risque de réduire le succès reproducteur en donnant lieu à la production d'hybrides mal adaptés.

Introduction d'espèces aquatiques envahissantes

Afin d'évaluer les risques pouvant être associés à l'introduction d'espèces aquatiques envahissantes potentielles (c.-à-d. des espèces actuellement absentes des plans d'eau récepteurs), il est recommandé de faire une analyse comparant la composition des espèces dans le plan d'eau d'origine à celle du plan d'eau récepteur pour les deux transferts intra-

bassins proposés. Il est probable que certaines espèces pourraient ne pas avoir été échantillonnées en raison de biais potentiels dans les méthodes d'échantillonnage. Ces biais sont sans doute beaucoup plus importants pour les taxons plus petits que pour les plus grands.

Aux fins des examens ultérieurs, un programme de surveillance systématique visant à déterminer les transferts potentiels d'espèces entre les plans d'eau d'origine et récepteurs serait bénéfique pour confirmer le nombre et le type d'espèces pouvant être transférés dans le cadre de transferts intra-bassins comme ceux proposés pour ce projet. Dans le cas de cette proposition, une analyse de la similitude entre les plans d'eau d'origine et récepteurs pourrait être effectuée en se fondant sur les données recueillies à ce jour, pour déterminer s'il existe des différences importantes entre les systèmes.

Il est toutefois actuellement difficile d'évaluer le risque d'introduction d'espèces aquatiques envahissantes, du fait qu'il n'existe pas de liste spatialement explicite et interrogeable de ces espèces dans la province. Une telle liste permettrait de comparer le répertoire des espèces aquatiques envahissantes aux inventaires établis à partir des relevés effectués dans le cadre du présent projet et de projets futurs. L'établissement d'une base de données spatialement explicite faciliterait en outre l'identification des espèces aquatiques envahissantes ou la détermination de la nouvelle aire de répartition des espèces à de plus petites échelles spatiales. Un tel outil permettrait aussi d'évaluer les similitudes entre les plans d'eau d'origine et récepteurs dans le cadre du présent projet et de projets futurs. Cette base de données serait d'autant plus utile que le niveau de résolution de la taxonomie serait élevé (c.-à-d. l'identification des organismes au niveau de l'espèce).

Effets sur la diversité génétique

Il est recommandé de faire des relevés de microsatellites du kokani et de la truite arc-en-ciel pour confirmer le faible impact sur l'abondance et sur la structure génétique ou la diversité des populations de kokanis et de truites arc-en-ciel. Il est également recommandé que les relevés pour la truite arc-en-ciel et le kokani utilisent la même échelle géographique que celle ayant servi à la proposition préalable au développement et qu'ils soient menés sur une période de cinq à dix ans après l'instauration et la stabilisation des changements de débit.

Introduction d'agents pathogènes

Afin d'évaluer les risques potentiels pour la productivité découlant d'un projet comme celui-ci, il faudrait établir un inventaire de la faune parasitaire et pathogène dans les plans d'eau d'origine et les plans d'eau récepteurs, afin de mieux comprendre les incidences potentielles de la réunion des deux bassins versants ainsi qu'il est proposé. L'établissement d'un tel profil de risque, préalablement aux transferts d'eau, permettrait de s'assurer qu'aucun parasite ni agent pathogène précis, présent dans un système, ne pourra avoir d'incidence négative sur le milieu récepteur.

Conclusions

Le promoteur a déterminé la plupart des changements touchant le poisson et l'habitat du poisson qui sont susceptibles de se produire dans le ruisseau Davidson, à la suite de l'utilisation du système d'approvisionnement en eau douce pour augmenter les débits durant les phases d'exploitation et de fermeture de la mine. Ces changements portent notamment sur la température et la chimie de l'eau, sur le régime d'écoulement et sur les conditions de l'habitat. Une évaluation a également été faite des risques découlant de l'introduction de pathogènes et de parasites, ainsi que des changements touchant la diversité génétique. Aucune évaluation n'a toutefois été faite à l'égard des risques potentiels associés à l'introduction d'espèces aquatiques

envahissantes ou à la modification de l'aire de distribution des espèces à la suite des transferts d'eau à l'intérieur du bassin.

Le présent examen a décelé des lacunes dans les procédures de modélisation, les données d'entrée, les hypothèses et l'évaluation des incertitudes. Certains résultats et certaines conclusions présentés dans l'analyse du promoteur, de même que les incertitudes qui y sont associées, ne sont donc pas entièrement corroborés. Ci-dessous sont recensées les principales observations et conclusions formulées dans le cadre du présent examen :

- Rien n'a été fait pour modéliser les effets des échanges de chaleur entre l'air et l'eau dans le bassin d'amont, et les changements dans la température de l'eau susceptibles de se produire le long du ruisseau Davidson. Il est probable que l'approche utilisant un facteur de correction soit fortement biaisée durant les mois d'hiver et, bien qu'on ignore l'ampleur de ce biais, celui-ci pourrait avoir un effet important en ce qui a trait au développement des œufs et des alevins vésiculés du kokani. Pour ce qui est de la truite arc-en-ciel, la conclusion voulant que les changements de température aient une incidence « peu significative » ne peut être évaluée adéquatement, en raison des limites de la modélisation de la température.
- De plus, malgré les différences possibles entre la chimie de l'eau du plan d'eau d'origine et celle du plan d'eau récepteur, ainsi que des effets sur la productivité qui pourraient en découler, aucune analyse n'a été faite de ce facteur. Une analyse plus détaillée de la chimie de l'eau qui sera pompée dans le ruisseau Davidson est nécessaire pour faire un examen complet des incidences potentielles sur la productivité découlant des changements dans la chimie de l'eau.
- L'augmentation du débit du ruisseau Davidson pourrait avoir une incidence sur les habitudes migratoires de la truite arc-en-ciel et du kokani. La conclusion du promoteur selon laquelle l'augmentation du débit risque peu de perturber la montaison des reproducteurs dans le ruisseau Davidson n'est pas corroborée; il est toutefois difficile de prévoir les effets de la chimie de l'eau sur le comportement de retour (homing). Il importe de mener une analyse intégrée des risques associés à la réduction du débit pour les populations de truite et de kokani, qui tienne compte de tous les facteurs (p. ex. l'habitat physique, la température, la chimie de l'eau, le homing et la migration) pouvant avoir une incidence sur la productivité de ces populations. Il est recommandé d'élaborer un plan approprié de surveillance et de gestion adaptative, car il est difficile de prévoir les réponses biologiques à ces changements.
- Aucune évaluation précise n'a été faite des risques potentiels associés à l'introduction d'espèces aquatiques envahissantes ou à la modification possible de l'aire de répartition des espèces à la suite des transferts d'eau proposés. Bien que des renseignements soient présentés sur les espèces présentes dans chaque plan d'eau d'origine et chaque plan d'eau récepteur, le format des données ne permet pas d'évaluer le degré de similitude dans la composition des espèces. De plus, aucune analyse n'a porté expressément sur les espèces aquatiques envahissantes.
- Le promoteur a mené des études génétiques adéquates qui indiquent que les populations de truite arc-en-ciel des deux bassins versants sont étroitement apparentées, mais sont génétiquement et démographiquement distinctes. Cependant, l'énoncé des incidences environnementales n'examine pas explicitement les effets qu'une réduction de la réussite du frai aurait sur l'abondance du kokani et de la truite arc-en-ciel et, partant, sur la diversité génétique dans le bassin versant du ruisseau Chedakuz, si la perte d'habitat entraînait la réduction ou la disparition des groupes de frai dans le cours inférieur du ruisseau Davidson. Au niveau de l'espèce, cela représenterait une perte mineure de biodiversité pour les deux espèces. La recolonisation des frayères de la truite arc-en-ciel et du kokani dans le

ruisseau Davidson est réalisable, si les conditions de l'habitat propices à la reproduction du poisson sont maintenues ou rétablies durant les phases d'exploitation et de fermeture de la mine.

- L'énoncé des incidences environnementales ne présente aucun profil des agents pathogènes ou des parasites pour le lac ou les rivières visés, même si un très vaste relevé d'autres facteurs biologiques a été réalisé. En raison du manque d'information sur la santé des espèces, il est impossible d'évaluer les incidences potentielles des agents pathogènes ou des parasites après la réunion des deux réseaux hydrographiques. Toutefois, compte tenu de l'ampleur et de la proximité des transferts proposés, la probabilité est faible que les agents pathogènes ou les parasites provenant de la dérivation des eaux aient une incidence importante.

Il existe un certain nombre d'incertitudes qui ne peuvent être résolues par l'évaluation préalable au projet. Des recommandations sont formulées en vue d'améliorer l'étude d'impact sur l'environnement. Enfin, un programme de surveillance et un engagement en faveur d'une gestion adaptative du système d'approvisionnement en eau douce et des activités connexes sont nécessaires pour s'assurer que les mesures d'atténuation donnent les résultats attendus.

Collaborateurs

Collaborateur	Organisme d'appartenance
Mike Bradford	Auteur, Direction des sciences du MPO, région du Pacifique
Mark Higgins	Auteur, Direction des sciences du MPO, région du Pacifique
Tom Therriault	Auteur, Direction des sciences du MPO, région du Pacifique
Ruth Withler	Auteure, Direction des sciences du MPO, région du Pacifique
Lisa Christensen	Examinatrice, Programme de protection des pêches du MPO, région du Pacifique
Marilyn Hargreaves	Examinatrice, Centre des avis scientifiques du MPO, région du Pacifique
Tola Coopper	Réviseure, Programme de protection des pêches du MPO, région du Pacifique
Lesley MacDougall	Réviseure, Centre des avis scientifiques du MPO, région du Pacifique

Approuvé par

Carmel Lowe
Directeur régional
Direction des sciences, Région du Pacifique
Pêches et Océans Canada

Le 25 juin 2015

Sources de renseignements

Brown, R.S., Hubert, W.A., Daly, S.F. 2011. A primer on winter, ice and fish: what fisheries biologists should know about winter processes and stream-dwelling fish. Fisheries 36(1): 8-26. (Consulté le 24 juin 2015).

Church, M. 1995. Geomorphic responses to river flow regulation, case studies and time-scales. Regul. Rivers: Res. Manage. 11: 3-22.

Decker, A.S., Bradford, M.J., Higgins, P.S. 2008. Rate of biotic colonization following flow restoration below a diversion dam in the Bridge River, British Columbia. Regul. Rivers: Res. Manage. 24: 876-883.

Fretwell, M.R. 1989. Homing behaviour of adult sockeye salmon in response to a hydroelectric diversion of homestream waters at Seton Creek. IPSFC, Bull XXV.

Hedger, R.D., *et al.* 2013. Ice-dependent winter survival of juvenile Atlantic salmon. Ecology and Evolution 3: 523-535.

Kelso, B.W., Northcote, T.G., Wehrhahn, C.F. 1981. Genetic and environmental aspects of the response to water current by rainbow trout (*Salmo gairdneri*) originating from inlet and outlet streams of two lakes. Can. J. Zool. 59: 2177-2185.

Kwak, T.J., Waters, T.F. 1997. Trout production dynamics and water quality in Minnesota streams. Trans. Am. Fish. Soc. 126: 35-48.

Macdonald, J.S., Scrivener, J.C., Patterson, D.A., Dixon-Warren, A. 1998. Temperatures in aquatic habitats: the impacts of forest harvesting and the biological consequences to sockeye salmon incubation habitats in the interior of B.C. *In* Land management practices affecting aquatic ecosystems. Proc. Forest-Fish Conf., 1-4 May 1996, Calgary, Alta. M.K. Brewin and D.M.A. Monita (editors). Ministry of Natural Resources, Can. For. Serv., Northern Forestry Centre, Edmonton, Alta. Info. Rep. NOR-X-356, pp. 313-324. (Consulté le 24 juin 2015).

MPO. 2004. Plan d'action canadien de lutte contre les espèces aquatiques envahissantes. (Consulté le 24 juin 2015).

Olden, J.D., Naiman, R.J. 2010. Incorporating thermal regimes into environmental flows assessments: modifying dam operations to restore freshwater ecosystem integrity. Freshwat. Biol. 55: 86-91.

Ce rapport est disponible auprès du :

Centre des avis scientifiques (CAS)
Région du Pacifique
Pêches et Océans Canada
3190, chemin Hammond Bay
Nanaimo (Colombie-Britannique) V9T 6N7

Téléphone : 250-756-7208
Courriel : csap@dfo-mpo.gc.ca
Adresse Internet : www.dfo-mpo.gc.ca/csas-sccs/

ISSN 1919-3815
© Sa Majesté la Reine du chef du Canada, 2015

La présente publication doit être citée comme suit :

MPO. 2015. Examen des transferts intra-bassins proposés dans le cadre de l'énoncé des incidences environnementales pour le projet minier Blackwater. Secr. can. de consult. sci. du MPO, Rép. des Sci. 2015/031.

Also available in English:

DFO. 2015. Review of proposed Intra-basin Transfers as part of the Environmental Impact Statement for the Blackwater Mine project. DFO Can. Sci. Advis. Sec. Sci. Resp. 2015/031.